

## ارائه مدل بهینه سازی برای میادین با بیش از 10 ورودی و خروجی با ارائه مطالعه موردی

آرش نوروزی<sup>1</sup>، کامران رحیمی<sup>2</sup>  
1- کارشناس ارشد برنامه ریزی حمل و نقل  
2- کارشناس ارشد برنامه ریزی حمل و نقل

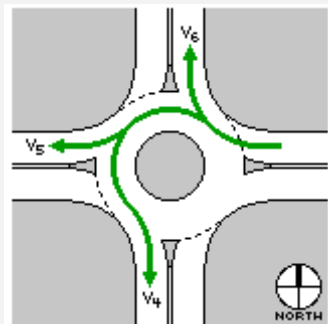
### چکیده

امروزه به دلایل مختلفی از جمله کاهش زمان تاخیر، کاهش تاخیر توقف و ایجاد فضای سبز شهری که در زیباسازی مناظر شهری موثر است، نسبت به گذشته استفاده از میدان در تقاطعها رواج بیشتری پیدا کرده است. هر چند استفاده از میدان در تقاطعات شهری نیز باید منطقی و با دلایل توجیهی مناسب باشد (بطور مثال در تقاطعات با حجم تردد فوق اشباع نباشد) اما برخی میادین بدلیل وضعیت هندسی و تعدد خیابانهای اطراف آن فارغ از مسایل و تحلیلهای ترافیکی، نیاز به بازنگری جهت بهسازی و مناسب سازی خواهند داشت. در این پژوهش روشی جهت اصلاح میادین غیر معمول (با بیش از 10 ورودی و خروجی) با توجه به نتایج تحلیلهای آماری و بر حسب سناریوهای مختلف ممکن، ارائه می شود و در آخر یک نمونهی موردی مطالعه، بررسی و تحلیل خواهد شد. این نمونه میدانی دارای وضعیت هندسی غیر متعارف و ترافیک شدید در ساعات پیک بوده که در نهایت یک متدلوژی جهت مناسب سازی وضعیت میدانی از این دست ارائه می گردد.

واژگان کلیدی: میدان، خیابان فرعی دور میدان، خیابان اصلی دور میدان، ترافیک چرخشی

## 1- مقدمه

طبق تعریف میدان، تقاطعی کنترل نشده است که در آن سه مشخصه‌ی جزیره‌ی میانی، مسیر عبور گردشی دور جزیره میانی و جزایر جداکننده وجود دارد. [1] البته یک میدان شاخصه‌های دیگری مانند شعاع قوس ورودی به میدان، طول موثر زبانه، زاویه ورودی به میدان و... نیز دارد [2] اما در اینجا مورد بحث قرار نمی‌گیرد.



شکل 1: نمونه‌ای از یک میدان استاندارد HCM [3]

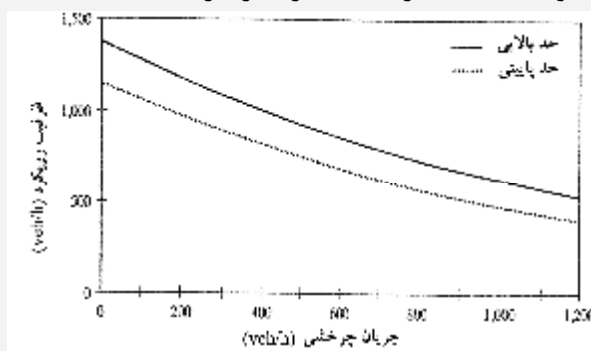
برای ورود به بحث ابتدا برخی تعاریف که در ادامه مورد استفاده قرار می‌گیرد تشریح می‌شود: خیابان فرعی میدان: به هر یک از خیابانهای منتهی به میدان خیابان فرعی میدان گفته می‌شود، خیابان اصلی میدان: مسیر سواره رو مدور دور میدان که خیابانهای فرعی میدان به آن ختم می‌شود.

## 2- طرح مساله

همانطور که گفته شد در یک میدان استاندارد چهار خیابان فرعی وجود دارد که بر یکدیگر عمود هستند. [4] حال اگر بعلت شرایط هندسی و یا عوامل دیگر میدان دارای بیش از 4 خیابان فرعی بوده و در کل بیش از 8 ورودی و خروجی وارد یا خارج میدان شوند بر تعداد نقاط تداخلی میدان افزوده شده و تعداد گره‌های بیشتری بوجود خواهد آمد که با توجه به حجم تردد موجود در میدان می‌تواند باعث گره ترافیکی و افزایش قابل توجه زمان تاخیر به میدان شود. علاوه بر آن می‌تواند بدلیل کاهش فواصل تداخلی، از نظر ایمنی نیز مشکلاتی ایجاد نماید. بهمین دلیل باید روشی جهت کاهش تعداد ورودی و خروجیهای میدان عرضه شود تا میدان را هر چه بیشتر بتوان به شکل استاندارد و مطلوب آن نزدیک نمود. با این کار عملاً تحلیلهای ظرفیت و زمان تاخیر میدان هم به واقعیت نزدیکتر شده و همچنین از تعداد تداخلات کاسته می‌شود.

بطور مثال در محاسبه ظرفیت میدان برای هر یک از رویکردها که در HCM آورده شده است صرفاً به میدانی با یک خط عبوری و چهار رویکرد اشاره گردیده که با استفاده از فواصل زمانی عبور بحرانی، زمان دنباله‌روی و حجم تردد تداخلی دور میدان، نمودار شکل 2 ارائه شده است. در این نمودار برای هر یک از زمانهای فاصله عبور بحرانی برای ورود به میدان و زمان دنباله روی برای ورود به میدان حد

بالا و پایین در نظر گرفته شده که در نمودار مشخص است. حداکثر حجم تردد چرخشی در این شیوه تحلیل ظرفیت برابر 1200 وسیله نقلیه در ساعت در نظر گرفته شده است. [5]



شکل 2: نمودار ظرفیت رویکرد در میدان [5]

در کلانشهرها و یا حتی شهرهای متوسط ، حجم ترافیک عبوری در ساعات اوج بسیار بالاتر از چنین اجمالی می باشد و همینطور در صورتی که پارامترهای هندسی بدرستی در ابتدا طراحی نشده باشند ممکن است بیش از چهار رویکرد ورودی یا خروجی به میدان وجود داشته باشد. در اینصورت تحلیل وضعیت میدان با روشهای موجود امکانپذیر نمی باشد. همچنین به دلیل پیچیدگی رفتار و حرکات در محل میدانهای با بیش از چهار بازو، عملاً می بایست از روشهای دیگری برای بهسازی وضع موجود استفاده نمود.

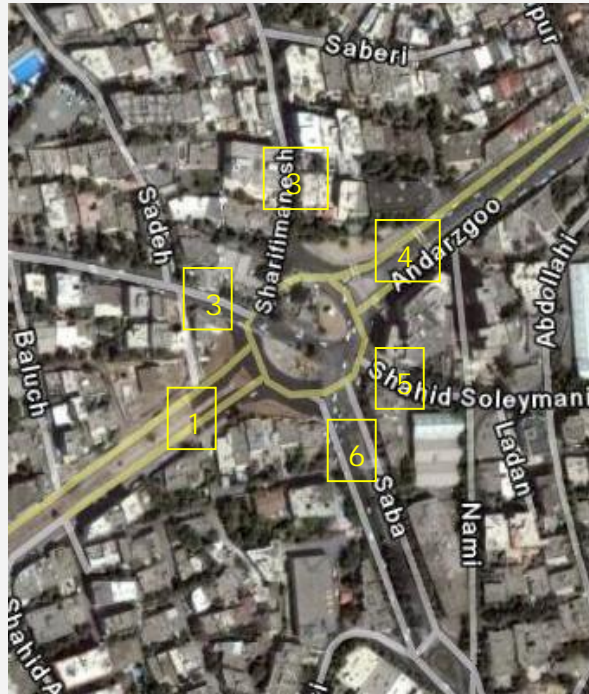
با وجودیکه استفاده از میدان مزایای بسیاری دارد که از آن جمله کاهش نقاط تداخلی از 32 نقطه (در تقاطعاتی با 4 رویکرد) به 8 نقطه ، می باشد اما عملاً استفاده از میدان در تقاطعات فوق اشباع تاثیر مناسبی نخواهد داشت.

در این پژوهش سعی شده یک میدان که وضعیتی غیر متعارف دارد بعنوان مطالعه موردی در نظر گرفته شود و با استفاده از نرم افزار تحلیلگر ترافیکی AIMSUN انواع سناریوهای ممکن را بررسی نموده و از میان آنها روشی جهت اصلاح وضع موجود ارائه نمود.

با توجه به بررسی های انجام گرفته میدان حکمت به عنوان مورد کاوی این مطالعه در نظر گرفته شده است. این میدان در شمال تهران و در تقاطع قیطریه با بلوار اندرزگو قرار گرفته و دارای ویژگیهای زیر می باشد:

- دارای 6 رویکرد ورود و خروج ،
- دارای ترافیک نرمال با ساعت اوج بعدازظهر ،
- پس زدگی بار ترافیک در ساعات اوج بعدازظهر در رویکردهای شرقی و جنوبی،
- بتازگی یک رویکرد به رویکردهای ورودی و خروجی این میدان افزوده شده است.

در شکل 3 این میدان نشان داده شده است.

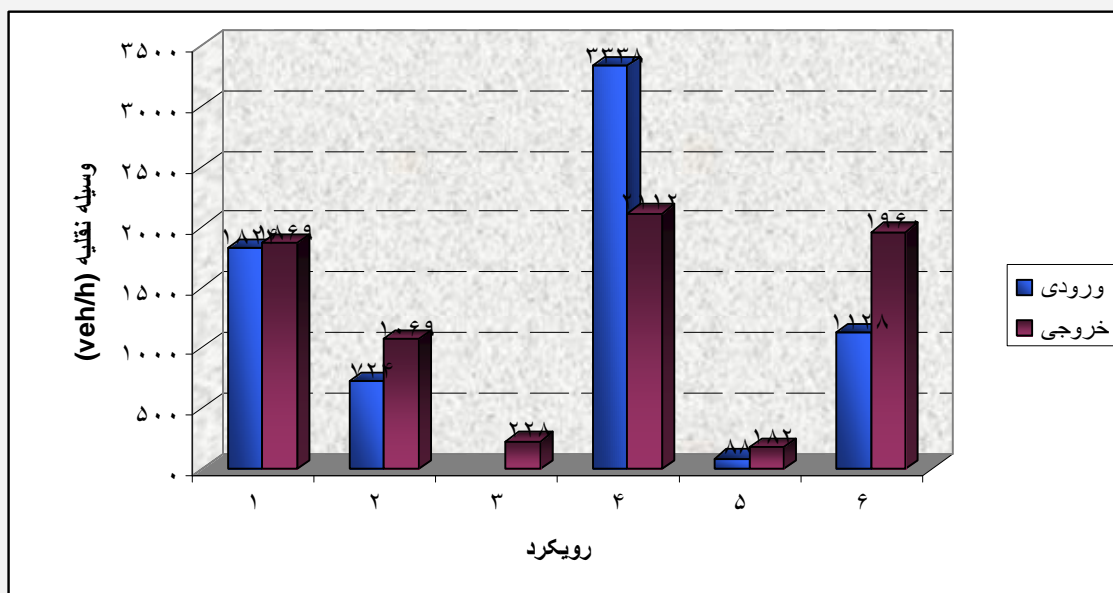


شکل 3: عکس هوایی میدان حکمت

همانطور که مشاهده می‌شود این میدان 6 بازوی ورودی دارد که بغیر از مسیر شماره 3 بقیه دوطرفه بوده و خودرو امکان ورود و خروج به میدان را خواهد داشت. به همین دلیل عملاً در ساعات پیک بویژه پیک عصر در محدوده‌ی این میدان ترافیک بسیار سنگینی وجود دارد و عملاً شاهد پس زدگی بار میدان از جهت مسیرهای شماره 4 و 6 هستیم. همچنین بعلت محدودیتهای موجود در محل عملاً امکان بزرگتر کردن شعاع جزیره میانی وجود ندارد در حال حاضر شعاع جزیره میانی در حدود 27 متر است که بعلت وجود محدودیتهای موجود در محل عملاً امکان افزایش این شعاع وجود ندارد.

با بررسی‌های انجام شده دو نوع سناریو برای بهسازی در نظر گرفته شد که یک نوع حفظ وضع موجود و یک نوع تغییر اساسی در کنترل آن می‌باشد. به دلیل اینکه تعداد ورودیها و خروجیهای به میدان بسیار زیاد است (این میدان دارای 11 ورودی و خروجی می‌باشد) برای نزدیک تر کردن شرایط این میدان با شرایط یک میدان ایده‌آل می‌باید برخی ورودیها و خروجیها را حذف نمود. دلیل این امر نیز عدم وجود فاصله تداخلی مناسب در میادینی از این دست و در نتیجه تداخل شدید ترافیک ورودی با ترافیک گردشی دور میدان برای میادین با شعاع کوچک و متوسط و تعداد ورودی و خروجیهای بیش از 10 عدد می‌باشد. در این پژوهش دو نوع روش می‌توان استفاده نمود یکی بررسی آمار حجم تردد در هر یک از ورودیها و خروجیها و دیگری با استفاده از مطالعات مبداء - مقصد بررسی و ارزیابی

شبکه معابر اطراف و ارزیابی مسیرهای موجود می باشد. در شکل 4 نمودار احجام تردد هر یک از رویکردها نشان داده شده است.



شکل 4: احجام ورودی و خروجی به میدان

همچنین جهت انجام این پژوهش نمونه دیگری از آمارگیری یعنی آمارگیری مبداء - مقصد مورد استفاده قرار گرفت بدین صورت که ابتدا حوزه نفوذ چنین میدانی بررسی شده و سپس در تمامی ورودیها و خروجیها با استفاده از روش پلاک خوانی خودروهای عبوری ردیابی می شوند. با استفاده از چنین آماری می توان به نکات ذیل دست یافت:

- مقصد سفر غالب هر یک از رویکردها
  - محل ورود و خروج هر یک از خودروها به شبکه مورد مطالعه
  - میزان زمان صرف شده جهت انجام سفر در شبکه از ورود به شبکه تا خروج نهایی از آن (تخمینی)
- در شکل 5 محل های آمارگیری مبداء - مقصد با استفاده از روش پلاک خوانی در این پژوهش نشان داده شده است.

● مبادی آمارگیری  
با روش پلاک  
خوانی در شبکه



شکل 5: مبادی ورودی و خروجی شبکه مورد مطالعه جهت آمارگیری مبداء - مقصد با روش پلاک خوانی

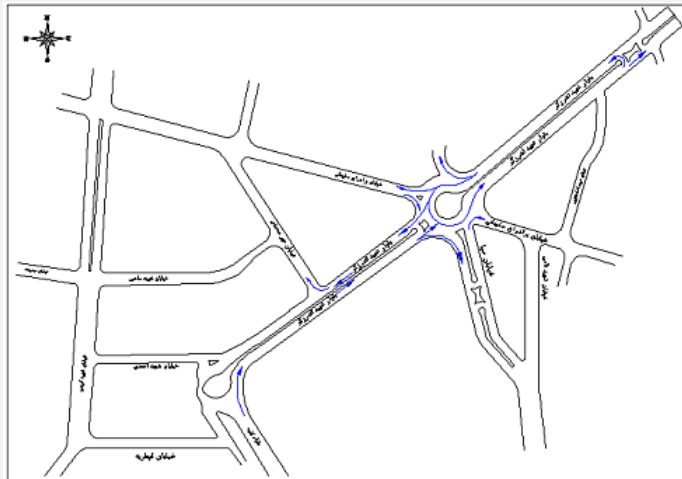
سپس در گام بعد ابتدا با توجه به آمار حجم تردد مشاهده شده ورودی - خروجیهایی که میزان تردد در آنها قابل چشم پوشی است و همچنین مسیر جایگزینی برای تردد وسایل نقلیه در رویکرد مورد نظر وجود داشته باشد حذف می شود. در این مطالعه چنین ویژگی در ورودی رویکرد شماره 5 بچشم می خورد و می توان این ورودی را حذف نمود. نظر به اینکه در سایر رویکردها با توجه به نمودار شماره 4 این شروط که هم حجم تردد ناچیز باشد و هم دسترسی برای مسیر مورد نظر از مسیرهای جایگزین موجود در حوزه نفوذ وجود داشته باشد، وجود ندارد جهت ادامه ی روند بهسازی به سراغ سایر گزینه های پیش رو خواهیم رفت.

برای بهسازی وضع میدان دو نوع سناریو مد نظر قرار می گیرد: اول سناریوهایی با حفظ وضع موجود (میدان) با اعمال برخی محدودیتها در دسترسی و دوم محدودیتهایی که باعث تغییر در وضع موجود و طرح هندسی میدان می شود. این سناریوها شامل چراغدار کردن تقاطع می باشد.

به منظور ارزیابی هر یک از سناریوهای پیشنهادی، می بایست هر کدام بطور دقیق در نرم افزارهای شبیه ساز شبکه ترافیک، شبیه سازی شده و اثرات مثبت و منفی هر یک به دقت مورد بررسی قرار گرفته و نتیجه ی آنها با یکدیگر مقایسه گردد. سپس بهترین گزینه از میان سناریوهای مورد نظر انتخاب گردد. [6] ذیلاً برخی سناریوهای پیشنهادی جهت بهسازی میدان مذکور اشاره می شود.

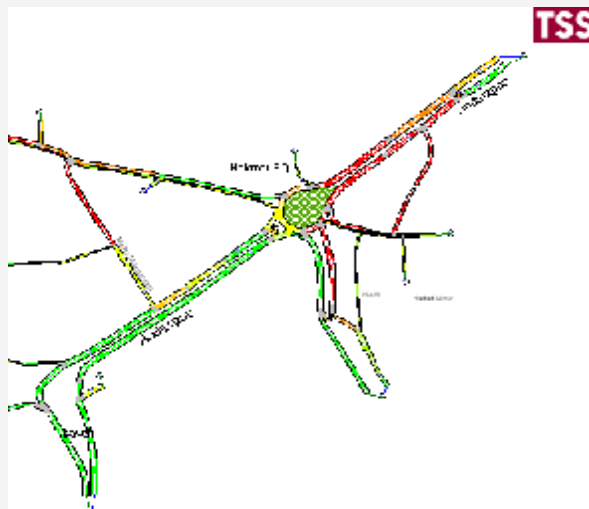
#### 1.2- تغییر شکل میدان بصورت اشکی شکل

این سناریو که از سری سناریوهای حفظ وضع موجود میدان با کاستن از برخی دسترسیهاست با توجه به آمار مبداء - مقصد می باشد. در این سناریو وضع موجود میدان به شکل زیر تغییر خواهد کرد:



شکل 6: سناریوی میدان اشکی شکل

در این سناریو دسترسی ضلع شرقی میدان مسدود شده که این عمل حاصل از نتایج مشاهدات آماربرداری پلاک خوانی می باشد.



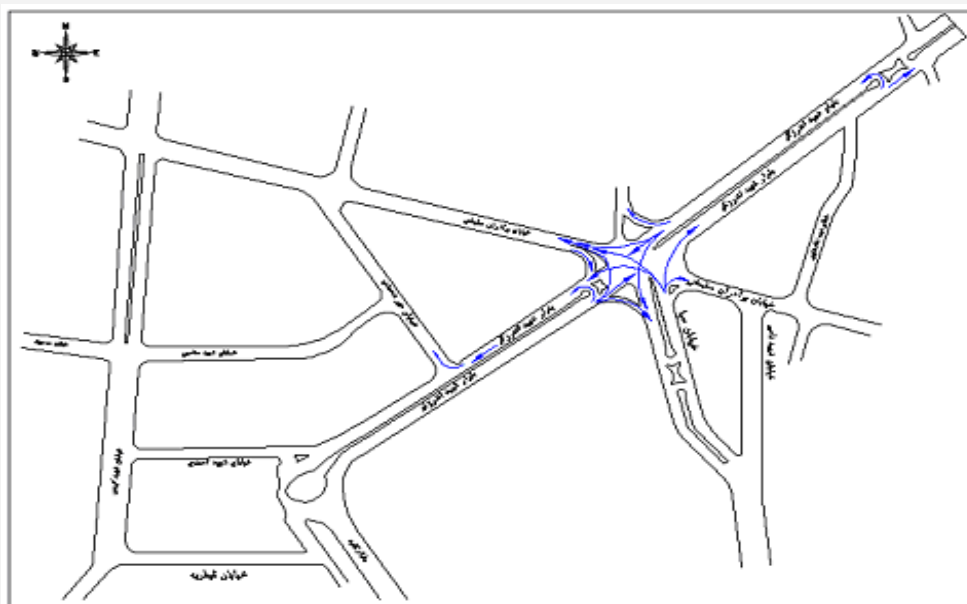
شکل 7: وضعیت زمان تاخیر در شبکه بر اثر اجرای سناریوی مورد نظر در سال افق طرح

همانطور که عنوان شده در تمام سناریوها برای بررسی دقیقتر ، علاوه بر وضع فعلی یک دوره برای افق طرح نیز در نظر گرفته شده است که در این پژوهش این افق بلند مدت و برای سال 1404 (مطابق با سال افق طرح مطالعات جامع شهر تهران) تعیین شده و احجام تردد برآورد شده مربوط به آن سال می باشند. در نهایت در جدولی پارامترهای ترافیکی شبکه مورد مطالعه ارائه شده که در پایان این جدول برای سناریوهای مختلف با یکدیگر مقایسه شده و بهترین گزینه از میان گزینه های موجود انتخاب خواهد شد.



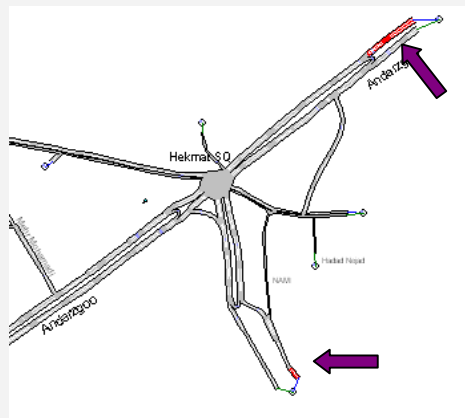
## 2.2- حذف میدان و ایجاد تقاطع (با حفظ تمام دسترسها)

در این گزینه که از سری سناریوهای تغییر وضع موجود می باشد میدان فعلی بکلی برچیده شده و این تقاطع بصورت چراغدار کنترل می شود. در این سناریو بغیر از رویکرد شماره 3 که پیشتر اشاره شد فقط محدودیتی برای رویکرد ورودی شماره 2 در نظر گرفته می شود اما سایر رویکردها بطور کامل با چراغ کنترل می شوند. بدین منظور و جهت طراحی فازبندی و زمانبندی چراغ از نرم افزار Synchro استفاده شده است که نتایج طراحی تقاطع بعنوان ورودیهای نرم افزار AIMSUN در شبیه سازی لحاظ شده است. در شکل 8 حرکات پیش بینی شده در این سناریو نشان داده شده است.



شکل 8: حرکات پیش بینی شده در سناریوی دوم

با استفاده از نرم افزار شبیه ساز مشاهده گردید که در صورت اجرای این سناریو طول صف خودروها در رویکرد شرقی و جنوبی چشمگیر بوده که در شکل 9 طول صف مشاهده شده در این گزینه نشان داده شده است.



شکل 9: طول صف گزینه دوم



### 3.2- کنترل تقاطع با چراغ با محدودیت حرکات

در سناریوی دیگر علاوه بر چراغدار کردن تقاطع، محدودیتهایی با توجه به نتایج آمارگیریها در دسترسی لحاظ شده است همچنین یکی از رویکردها که بیشترین حجم تردد را داشته (رویکرد 4) بطور جداگانه و خارج از چراغ راهنمایی کنترل می شود تا از زمان تاخیر کلی تقاطع کاسته گردد. در شکل 10 دسترسیهای این گزینه نشان داده شده است.



شکل 10: دسترسیهای پیش بینی شده در گزینه سوم

در پایان برای مقایسه بین این گزینه ها از جدولی که حاصل از نتایج شبیه سازی آنهاست استفاده شده و هر یک از المانهای ترافیکی با یکدیگر مقایسه خواهند شد. در جدول 1 این مقایسه صورت گرفته است.

جدول 1: مقایسه پارامترهای ترافیکی هر یک از سناریوها

ردیف	شاخصهای ترافیکی	سناریوی شماره 1	سناریوی شماره 2	سناریوی شماره 3
1	زمان تاخیر (second/km)	100.032	226.882	79.6433
2	چگالی (veh/km)	37.4055	55.2273	31.6608
3	جریان (veh/h)	10210	9281	11071
4	سرعت (km/h)	34.2195	23.5726	45.1548
5	زمان توقف (second/km)	77.1848	198.838	62.8806
6	توقفها (veh/km)	24.5511	36.2215	12.8125
7	مجموع مسافت سفر (km)	9004.4	8154.48	9787
8	مجموع زمان های سفر (hours)	400.95	639.582	383.175
9	زمان سفر (second/km)	166.795	293.796	146.987

همانطور که در جدول 1 نشان داده شده است در تمامی پارامترهای معنی دار ترافیکی، سناریوی شماره سه باعث بهبود شبکه شده است پس می توان این گزینه را بعنوان سناریوی برتر جهت بهسازی وضع موجود میدان، برگزید.

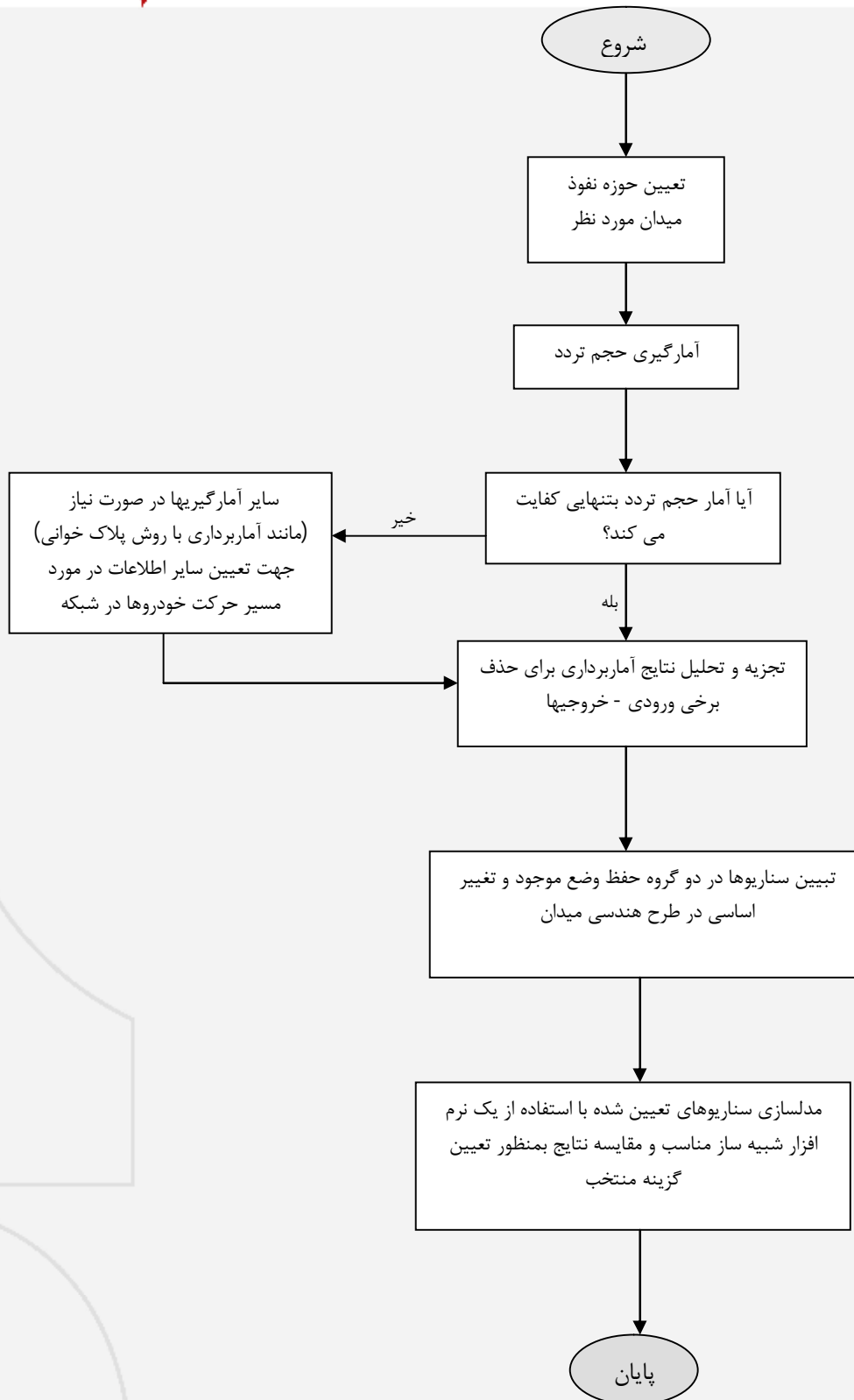
توجه شود در متدولوژی بکارگرفته شده در این پژوهش برخی گامها همواره ثابت بوده و برای انواع میدانها مشترک می باشد اما برخی گامها بویژه گامهایی که مربوط به ساخت سناریو است برحسب شرایط خاص میدان مورد مطالعه و ویژگیهایی نظیر طرح هندسی، تعداد و محل قرارگیری ورودی و خروجیها و غیره مختص آن مطالعه‌ی خاص می باشد. در قسمت بعد فلوچارت پیشنهادی برای متدولوژی حاصل از این پژوهش ارائه شده است.

### 3- جمع بندی و نتیجه گیری

در این پژوهش به بررسی روش بهسازی و اصلاح وضع موجود میدانهایی با بیش از 10 ورودی و خروجی پرداخته شده است که در آنها بدلیل محدودیتهای محلی، عملاً امکان احداث میدان با شعاع گردش و جزیره میانی بسیار بزرگ وجود ندارد. در گام نخست ابتدا از میدان مورد نظر و حوزه نفوذ آن آمارگیری شده که آمارگیری به دو نوع آمارگیری شمارش حجم تردد و آمارگیری مبداء - مقصد با روش پلاک خوانی در مبادی ورودی و خروجی شبکه مورد مطالعه می باشد.

در گام دوم به تجزیه و تحلیل اطلاعات حاصل از آمارگیریها پرداخته و در صورت امکان از تعداد ورودی و خروجیها می کاهیم. در این مرحله باید در نظر داشت که علاوه بر عامل حجم باید وضعیت دسترسی به شبکه را با حذف ورودی - خروجی مورد نظر ارزیابی نمود تا دسترسی به برخی نواحی در شبکه کلاً حذف نشود.

در گام سوم و در صورتی که با اعمال گام قبل ورودی-خروجیهای متعددی در میدان وجود داشته باشد با برخی سناریوهای دیگر پیش بینی می شود که این سناریوها شامل دو نوع سناریو می باشد دسته اول سناریوهایی که در وضع موجود تغییرات اساسی حادث نشده و صرفاً برخی دسترسیها محدود شده یا حذف شود و دسته دوم سناریوهایی که کل وضع موجود را تغییر داده مانند کنترل تقاطع با استفاده از چراغ راهنمایی. در گام آخر با استفاده از یک نرم افزار شبیه ساز شبکه‌ی شهری مانند AIMSUN گزینه ها را شبیه سازی نموده و از مقایسه آنها با یکدیگر بهترین سناریو جهت اصلاح و بهسازی میدان مورد نظر انتخاب می شود. در شکل زیر فلوچارت گامهای ذکر شده، نشان داده شده است.



شکل 11: فلوچارت مدل‌سازی بهسازی میدانی با بیش از 10 ورودی و خروجی

#### 4- منابع و مراجع

- 1- FHWA (2000). Roundabouts: An Informational Guide. Publication No. FHWARD00067,US  
Department of Transportation, Federal Highway  
Administration, McLean, Virginia, USA.
- 2- جانفشان، نیما، شریعت، افشین، بررسی مقایسه‌ای روشهای آنالیز ظرفیت میدان با ارائه مطالعه موردی،  
1386، هفتمین کنفرانس ترافیک، تهران.
- 3- HCS User Manual
- 4 - Highway Capacity Manual, HCM 2000 Edition
- 5- Traffic Engineering, 3<sup>rd</sup> Edition, William R McShane, 2004-1-31
- 6 – Aimsun User Manuall



## A Model to Optimization Roundabouts with more than 10 entries /exits

Arash Norouzy, MCs Transportation Planning, Tarahane Parseh TRC, Tehran, Iran  
Arashno@gmail.com

Kamran Rahimi, MCs Transportation Planning, Tarahane Parseh TRC, Tehran, Iran  
Kam\_rahimi@yahoo.com

Nowadays the use of roundabouts due to reduce delay time, stops delay and landscaping is more common and take place of signalized intersections. But it must have strong justifications (e.g. do not locating a roundabout for oversaturated intersections). Totally some roundabouts due to geometric design and several entries and exits should be improved besides traffic analysis. In this research a method to revise abnormal roundabouts with more than ten entries - exits will be presented. Finally a case study will be surveyed. In this case which has abnormal geometric design and heavy traffic at peak hours a methodology for these kind of roundabouts will be presented.

**Keywords:** Roundabout, major roundabout street, minor roundabout street, circulating traffic

